

Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI



Celia López-Carrasco Fernández
María del Pilar Rodríguez Rojo
Alfonso San Miguel Ayanz
Federico Fernández González
Sonia Roig Gómez

Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI

Celia López-Carrasco Fernández
María del Pilar Rodríguez Rojo
Alfonso San Miguel Ayanz
Federico Fernández González
Sonia Roig Gómez



© Los autores
© De la presente edición
1.^a edición 2011

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

Edición coordinada por: López Carrasco, C.;
Rodríguez Rojo, M^a P.;
San Miguel Ayanz, A.;
Fernández González, F.;
Roig Gómez, S.

Maquetación: José-Luis B. Quiñones

Imágenes portada: Los autores

Impreso en España

Depósito Legal: M-19806-2011

ISBN: 978-84-614-8713-4

EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN LA GERMINACIÓN DE ESPECIES HERBÁCEAS DE UN COSCOJAR MEDITERRÁNEO

M.E. PÉREZ CORONA¹, D. GARCÍA HITA¹, C. GARCÍA MUÑOZ¹, P. HURTADO¹
A. LAFUENTE¹, C.R. OCHOA-HUESO², y E. MANRIQUE²

RESUMEN

El N es un componente fundamental de los organismos vivos y juega un papel crítico en el control de la productividad primaria de los ecosistemas siendo incluso limitante en algunos sistemas como los mediterráneos. En los últimos años diversas actividades humanas han incrementado la liberación a la atmósfera de N a nivel global y su deposición en el suelo en diferentes formas. La deposición de N en ecosistemas templados aumenta su disponibilidad en el suelo, la productividad de los organismos y la incorporación de carbono al suelo y vegetación pero también acidifica el suelo y disminuye la diversidad vegetal. Sin embargo los estudios en ecosistemas mediterráneos sobre los efectos del aumento de la disponibilidad de N son escasos por lo que es comprometido hacer predicciones de la respuesta de los ecosistemas mediterráneos en escenarios donde el N aumente. El objetivo del trabajo es conocer los efectos de diferentes niveles de fertilización nitrogenada así como de diferentes fuentes de N en la germinación de especies herbáceas características de un coscojar mediterráneo del centro de la Península Ibérica para evaluar la evolución futura de estos sistemas en el escenario de un incremento acusado de N.

Palabras clave: deposición de N, velocidad de germinación, capacidad de carga.

INTRODUCCIÓN

El N juega un papel crítico en el control de la productividad primaria de los ecosistemas comportándose como un elemento limitante en los ecosistemas terrestres a nivel global especialmente en los mediterráneos. Las actividades humanas han incrementado la producción de formas químicas de N que se liberan a la atmósfera y que se acaban depositando en el suelo impactando a los sistemas que están aparentemente en equilibrio (Murray *et al.*, 2006). La entrada de N al suelo produce efectos negativos en el sistema: acidificación del suelo, incremento de la sensibilidad de especies vegetales a estreses ambientales y una disminución de la diversidad vegetal, con la entrada de especies nitrófilas. Estos cambios se relacionan con cambios en el banco de semillas y con su capacidad de germinación en

¹ Departamento de Ecología. Universidad Complutense de Madrid. 28040. Madrid.

² Instituto de Recursos Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

el nuevo escenario. En ecosistemas dominados por anuales las semillas son la única forma de reproducción de estas especies para asegurar su permanencia.

El objetivo del trabajo es determinar el efecto de la concentración y fuente de N en la germinación de las semillas de especies herbáceas de coscojares mediterráneos del centro de la Península Ibérica. Hipotéticamente la presencia de compuestos de N a distintas concentraciones o formas afectará significativamente a las tasas de germinación de especies, esperando un incremento inicial de la tasa de germinación al aumentar la concentración de N hasta que sea saturante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal y zona de estudio

El experimento se ha llevado a cabo con suelo y semillas recogidas en el coscojar de la finca El Regajal (Reserva Natural El Regajal-Mar de Ontígola (40°9'N, 3°29'W), Aranjuez, Madrid). La altitud media es 500 m.s.n.m y el clima semiárido-mediterráneo (precipitación anual 425 mm). La vegetación está dominada por especies perennes: *Quercus coccifera* L. y *Rosmarinus officinalis* L. y pequeños terófitos. Las especies vegetales utilizadas en el presente estudio son *Asterolinon linum-stellatum* (L.) Duby in DC, *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem y Schult., *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Helianthemum violaceum* (Cav.) Pers., *Iberis pectinata* Boiss., *Lepidium subulatum* L., *Plantago lanceolata* L., *Salvia verbenaca* L., *Stipa tenacissima* L. y *Teucrium pseudo-chamae-pytis* L.

El suelo fue recogido de los primeros cuatro centímetros en ocho parcelas dentro de la zona se homogeneizó y se tamizó a 2mm. Las semillas de las especies vegetales fueron recogidas en verano de 2009 salvo *B. phoenicoides* que es comercial. Las semillas de *A. linum-stellatum* fueron recogidas en dos zonas con diferente disponibilidad de N (alta y baja).

Diseño experimental

Se realizaron tres experimentos: 1. Las semillas de todas las especies germinaron con 0 ppm (control), 10 ppm, 20 ppm y 40 ppm de NO_3NH_4 . Aquellas que mejor germinaron (ver Figura 1) en el control germinaron con 1 ppm, 5 ppm de NO_3NH_4 , 2. Semillas de *B. phoenicoides*, *D. muralis*, *I. pectinata* y *P. lanceolata* que germinaron con NO_3K a 5 ppm y $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 5 ppm. 3. Semillas de las poblaciones de *A. linum-stellatum* (zonas alto y bajo N) germinaron con los mismos tratamientos de los experimentos anteriores. Para cada especie y tratamiento de cada experimento se realizaron 5 placas, cada una con 10 semillas y 4 g de suelo recogido previamente, que se distribuyeron aleatoriamente e incubaron durante 24 días con luz natural y a 20°C. El tratamiento se añadió a la placa en forma de 10 ML. La humedad del suelo se mantuvo añadiendo 2 ml de agua destilada a cada placa cuando fue necesario. Previamente a los experimentos la dormición de las semillas se rompió al introducirlas en agua en agitación a 25°C durante 24 h

Variables del suelo y de la germinación

Se determinó el contenido de arena, limo y arcilla, el pH, nitratos, amonio, potasio y materia orgánica del suelo. Cada día se comprobaba la germinación de las semillas. Las semillas germinadas eran desechadas.

Análisis estadístico

Las diferencias entre los tratamientos se analizaron mediante ANOVA de dos vías (especie, tratamiento) y posterior test LSD (STATISTICA). Previamente se comprobó la homogeneidad de las varianzas (test de Barlett). La velocidad de germinación se calculó con el parámetro de Einhellig.

RESULTADOS

Ninguna de las especies estudiadas germinó con 10, 20 y 40 ppm de NO_3NH_4 (datos no mostrados). Sí lo hicieron todas con diferente éxito en el tratamiento control (Tabla 1). Se seleccionaron entonces las especies que mejor germinaron y fueron sometidas a los tratamientos de 1 y 5 ppm de NO_3NH_4 (Figura 1) no existiendo diferencias en el porcentaje de germinación entre los tratamientos para las especies estudiadas: *A.linum stelatum*, *B. phoenicoides*, *D. muralis*, *I. pectinata* y *P. lanceolata* ($p < 0,05$). *P. lanceolata* y *A. linum-stelatum* tienen un porcentaje mayor que las otras especies para todos los tratamientos y el control ($p < 0,05$). La velocidad de germinación parece afectada por la disponibilidad de NO_3NH_4 (1 y 5 ppm) en todas las especies (Tabla 2) ya que en cuatro de ellas parece disminuir la velocidad y en *Diplotaxis muralis* la incrementa.

Tabla 1. Valores medios del porcentaje de germinación para el tratamiento control (n=5)

Especie	% Germinación
<i>A. linum-stelatum</i>	80
<i>B.phoenicoides</i>	44
<i>D.muralis</i>	34
<i>H.violaceum</i>	22
<i>I.pectinata</i>	44
<i>L.subulatum</i>	18
<i>P.lanceolata</i>	96
<i>S.verbenaca</i>	12
<i>S.tenacissima</i>	20
<i>T.pseudochamaephytis</i>	2

Los resultados muestran que no hay diferencias entre las diferentes fuentes de N para *A .linum stelatum*, *B. phoenicoides*, *I. pectinata* y *P. lanceolata* (Figura 2). Sí hubo diferencias para *D .muralis*: el NO_3NH_4 incrementó su germinación ($p < 0,05$) y el $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ redujo la germinación ($p < 0,05$) respecto al control. El NO_3NH_4 no mostró diferencias con el control. Todas las fuentes de N parecen tender a disminuir la velocidad de germinación en todas las especies con respecto al control (Tabla 2).

No se encontraron diferencias significativas en la germinación de las poblaciones de *A. linum-stellatum* entre los tratamientos de nitrato amónico (Figura 3). La población de la zona de bajo N no muestra diferencias en germinación entre los tratamientos de diferentes fuentes de N (Figura 4; $p > 0,05$). La población de la zona de alto N muestra un incremento del porcentaje para el NO_3K y una disminución para el $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ con respecto al control.

Tabla 2. Velocidad de germinación media de cada especie para cada tratamiento calculada mediante el parámetro de Einhellig (S)

Especie	Control	NO_3NH_4 1ppm	NO_3NH_4 5ppm	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 5ppm	NO_3K 5ppm
<i>A.linum-stelatum</i>	3,005	2,05	2,104	1,330	2,236
<i>B.phoenicoides</i>	0,473	0,271	0,391	0,278	0,291
<i>D.muralis</i>	1,104	1,556	1,188	0,390	0,598
<i>I.pectinata</i>	3,656	1,810	1,567	0,610	0,525
<i>P.lanceolata</i>	8,142	7,968	6,309	5,542	6,405

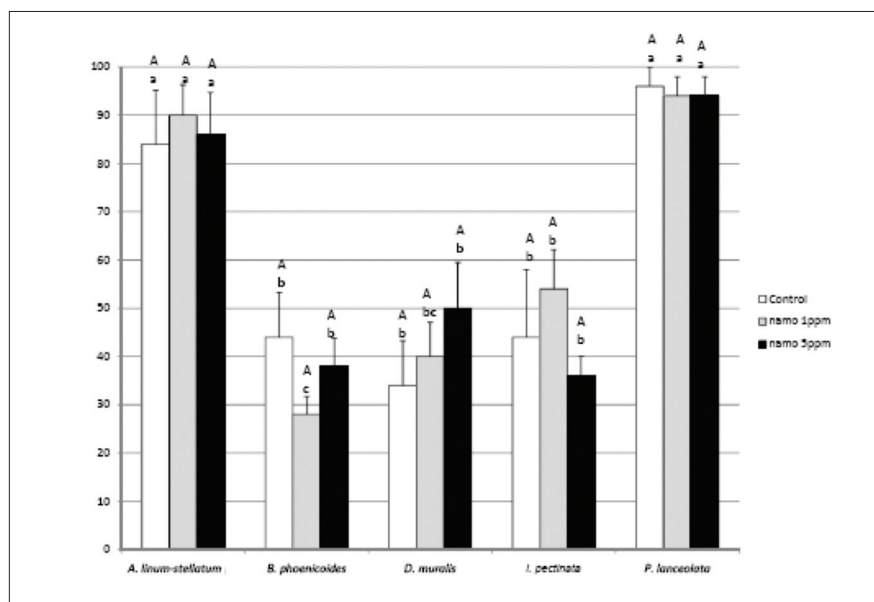


Figura 1. Valores medios \pm error estándar del porcentaje de germinación para las cinco especies para los tratamientos de concentración de nitrato amónico. Diferencias entre tratamientos para cada especie en letras mayúsculas (LSD, $p < 0,05$). Diferencias entre especies para el tratamiento en letras minúsculas (LSD; $p < 0,05$). namo= NO_3NH_4

DISCUSIÓN

Debido a que ninguna especie germina con concentraciones de NO_3NH_4 iguales o superiores a 10ppm pero sí lo hacen a concentraciones inferiores se podría concluir que el intervalo de tolerancia para nuestro experimento está entre los 5 y 10ppm añadidos al suelo. Para el cálculo de la concentración saturante hay que tener en cuenta que los niveles iniciales presentes en el suelo son 36 y 3,25ppm de nitrato y amonio respectivamente (datos no mostrados). Nuestros resultados muestran que la adición de NO_3NH_4 a concentraciones crecientes no produce cambios significativos en la germinación aunque parece insinuarse una tendencia al incremento (*D. muralis*) hasta que se alcanzan niveles saturantes y ésta queda inhibida por toxicidad (Roem et al., 2002). *A. linum-stellatum* (anual) y *P. lanceolata* (perenne) presentan la mayor germinación que pueden ser atribuible a una estrategia adaptativa específica ya que son especies que pueden encontrarse en hábitats variados.

La adición de diferentes fuentes de N sólo produjo diferencias significativas frente al control para el caso de *D. muralis*. El nitrato amónico tiende a estimular la germinación y el sulfato amónico la reduce. La capacidad de germinación de *Sisymbrium officinale* se ha relacionado con el nitrato potásico (Fenner y Thompson, 2005) por lo que cabría esperar resultados similares, al menos, para *I. pectinata* y *D. muralis* que son especies de la misma familia y nitrófilas. Sin embargo, ninguna especie muestra diferencias entre el nitrato potásico y el control. No existen diferencias en la falta de respuesta de las poblaciones de *A. linum-stellatum* a las concentraciones de NO_3NH_4 pero las diferentes fuentes de N sí muestran diferencias: la población de alto N la disminuye su germinación con $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$. Roem et al. (2002) señalan que el $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ puede reducir la germinación y reducir la diversidad más que con otras formas de N. En cuanto a la evolución de las tasas de germinación existe una cierta disminución general frente al control, siendo el mayor efecto para el $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$. Tratándose de especies anuales, un retraso en la germinación por incrementos en la deposición de N podría tener drásticas consecuencias en estos ecosistemas ya que en este periodo podrían ser desplazadas por especies competidoras.

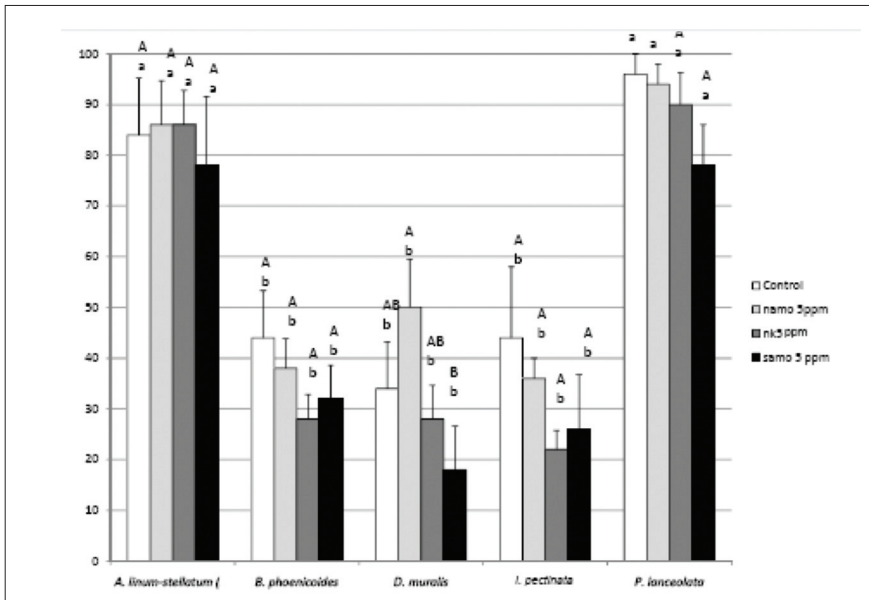


Figura 2. Valores medios \pm error estándar del porcentaje de germinación para las cinco especies para los tratamientos de distintas fuentes de N. Diferencias entre tratamientos para cada especie en letras mayúsculas (LSD, $p < 0,05$). Diferencias entre especies para el tratamiento en letras minúsculas (LSD; $p < 0,05$). namo= NO_3NH_4 ; nk= NO_3K ; samo= SO_4NH_4

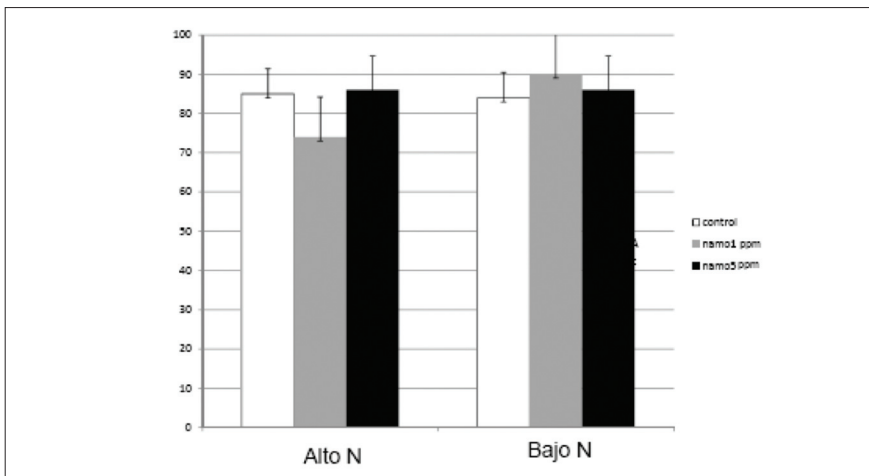


Figura 3. Valores medios \pm error estándar del porcentaje de germinación para las dos poblaciones de *A. linum-stellatum*: Alto N: Población procedente de zona alto N; Bajo N: Población procedente de zona de bajo N. para los tratamientos de concentración de nitrato amónico.

CONCLUSIONES

La respuestas obtenidas para en este estudio parece ser específica (Luna y Moreno, 2009) si bien se pueden detectar patrones generales. La falta de respuesta general concuerda con la falta de cambio de la biomasa de estos pastizales con el incremento de N encontrada en estudios realizados por el mismo equipo. La especies que se han mostrado más sensibles han sido no gramíneas lo que concuerda con los cambios de la proporción de otras familias detectada en esos mismos experimentos (Ochoa-Hueso y Manrique, 2010). Por otro lado nuestros resultados sugieren una carga crítica de N para la germinación.

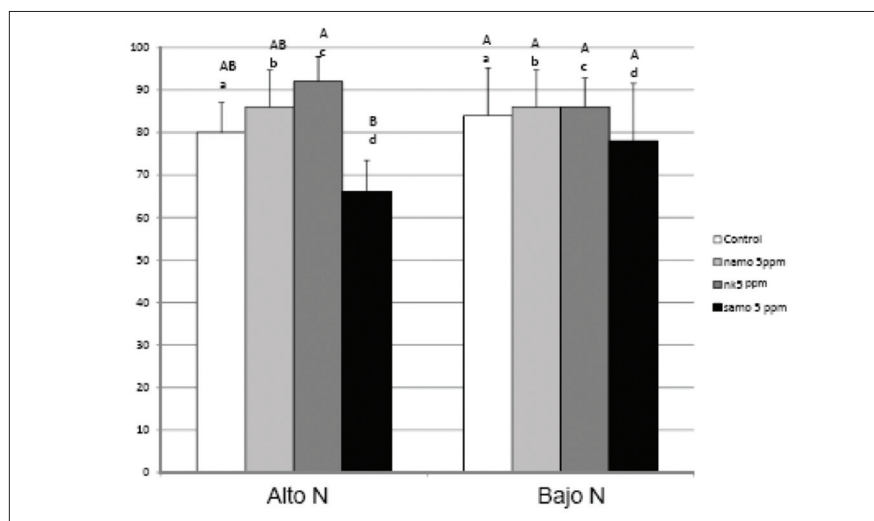


Figura 4. Valores medios \pm error estándar del porcentaje de germinación para las dos poblaciones de *A. linum-stellatum*: Alto N: Población procedente de zona alto N; Bajo N: Población procedente de zona de bajo N. para los tratamientos de concentración de nitrato amónico. Diferencias entre tratamientos para cada población en letras mayúsculas (LSD, $p < 0,05$). Diferencias entre poblaciones para el tratamiento en letras minúsculas (LSD; $p < 0,05$).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Proyecto MEC-CGL-2009-11015.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FENNER, M.; THOMPSON, K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido).
- LUNA, B.; MORENO, J.M., 2009. Light and nitrate effects on seed germination of Mediterranean plant species of several functional groups. *Plant Ecology*, **203**, 123-135.
- MURRAY, P.J.; COOK, R.; CURRIE, A.F.; DAWSON, L.A.; GANGE, A.C.; GRAYSTON, S.J.; TREONIS, A.M., 2006. Interactions between fertilizer addition, plants and the soil environment: Implications for soil and faunal structure and diversity. *Applied Soil Ecology*, **33**, 199-207.
- OCHOA-HUESO, C.R.; MANRIQUE, E., 2010. Nitrogen fertilization and water supply affect germination and plant establishment of the soil seed bank present in a semi-arid Mediterranean scrubland. *Plant Ecology*, **210**, 263-273.
- ROEM, W.J.; KLEES, H.; BERENDSE, F., 2002. Effects of nutrient addition and acidification on plant species diversity and seed germination in heathland. *Journal of Applied Ecology*, **39**, 937-948.

EFFECT OF NITROGEN AVAILABILITY ON THE GERMINATION OF HERBACEOUS SPECIES OF A MEDITERRANEAN KERMES OAK FOREST

SUMMARY

Nitrogen is an essential component of living organisms and plays a critical role in controlling ecosystem primary production. In Mediterranean ecosystems N can even limit productivity. In recent years human activities have significantly increased the N release to the atmosphere worldwide and their subsequent deposition on the ground by different ways. It is known that N deposition in temperate ecosystems increases N soil availability, species productivity and the incorporation of carbon to the soil

and vegetation but also N acidifies the soil and reduces plant diversity through different mechanisms. However, studies in Mediterranean ecosystems describing the effects of increased N availability are very scarce so there is no relevant information to enable us to make reliable predictions of the Mediterranean ecosystem responses in N increased scenarios. The study aims to determine the effects of different levels of N (simulation of plausible scenarios of N deposition rate) and different N sources on germination of herbaceous species characteristic of a Mediterranean kermes oak forest in the center Iberian Peninsula. The results could anticipate the future evolution of these ecosystems in the scenario of a sharp rise of N.

Key words: nitrogen deposition, germination speed, carrying capacity.